



COMO CALCULAR O VALOR FERTILIZANTE DE UMA LAMA

As lamas de depuração atuam no solo não apenas como corretivos orgânicos, mas também, como fornecedoras de macro e micronutrientes em quantidades que deverão ser tidas em conta nos planos de fertilização.

Cristina Sempiterno, Raquel Mano, Pedro Jordão e Fátima Calouro

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária





As lamas de depuração provenientes de estações de tratamento de águas residuais (ETAR) domésticas, urbanas, atividades agropecuárias, de fossas sépticas ou outras de composição similar (adiante designadas por lamas), quando adequadamente tratadas e corretamente utilizadas, poderão constituir um produto com interesse para melhorar o estado de fertilidade dos solos agrícolas do nosso País. Estes caracterizam-se por serem, de forma mais ou menos generalizada, pobres em matéria orgânica e em dois dos principais nutrientes das plantas, o nitrogénio (azoto) e o fósforo. O regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, de forma a não prejudicar a saúde humana e a qualidade do ambiente e a promover a sua correta utilização, encontra-se atualmente estabelecido no Decreto-Lei n.º 276/2009, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 86/278/CEE do Conselho. Nesta legislação estão

estabelecidos os requisitos de qualidade para as lamas e para os solos recetores, definindo limites de concentração relativamente a metais pesados, compostos orgânicos, dioxinas e microrganismos. São, ainda, regulados procedimentos específicos da sua aplicação, assim como deveres de registo e informação por parte dos operadores de gestão de lamas. Mas a valorização agrícola de lamas de ETAR bem estabilizadas e higienizadas só constituirá um importante meio de fertilização se, para além do cumprimento dos requisitos de qualidade atrás referidos, forem tidos em consideração outros fatores, como o estado de fertilidade do solo recetor, época de aplicação, técnica de aplicação e distâncias de segurança relativamente a determinadas estruturas, entre outros. De facto, a utilização de lamas bem estabilizadas e higienizadas na fertilização das culturas deverá ser realizada numa base racional. Isto é, tendo em



conta o estado de fertilidade do solo recetor (em especial no que se refere à disponibilidade em nutrientes que existem em quantidade significativa nas lamas, como o nitrogénio e o fósforo), mas tendo também em consideração as necessidades nutricionais da cultura instalada ou a instalar.

As lamas de depuração, além de serem ricas em matéria orgânica, contêm uma quantidade significativa de nitrogénio, fósforo e outros nutrientes.

Antes de se aplicar lamas a qualquer solo agrícola, algumas questões devem ser colocadas:

- Q1 – A lama satisfaz as exigências legais para utilização agrícola?
- Q2 – O solo em causa possui aptidão para receber lamas?
- Q3 – Qual a quantidade de lama a aplicar?
- Q4 – Quais as quantidades de nitrogénio, fósforo e potássio fornecidas por essa lama?

As respostas às perguntas Q1 e Q2 já foram acima abordadas e implicam o cumprimento da referida legislação.

No tocante à **quantidade de lamas a aplicar** (Q3), esta é determinada principalmente pelo nitrogénio presente na lama e pelos limites de metais pesados que são permitidos introduzir no solo. O facto de este se encontrar, ou não, em zona vulnerável aos nitratos de origem agrícola terá de ser tido em consideração, pois implicará o cumprimento de legislação específica que fixa a quantidade máxima de nitrogénio a aplicar através de corretivos orgânicos.

No presente trabalho procurou-se responder essencialmente à 4.^a pergunta que, frequentemente, suscita dúvidas.

Assim, depois de se estabelecer a quantidade de lama a aplicar com base na quantidade máxima permitida pela sua qualidade e necessidades da cultura em nitrogénio, é necessário calcular qual a quantidade de nitrogénio, fósforo e potássio por ela disponibilizados e, se necessário for, ajustar aquela quantidade às necessidades da cultura.

No plano de fertilização é necessário saber calcular a quantidade de nutrientes que são fornecidos pela aplicação de lamas.

Como calcular a quantidade de nitrogénio fornecida pela lama?

Na lama, o nitrogénio (N) está presente em várias formas. Apenas a fração mineral se encontra em condições de ser imediatamente utilizada pelas culturas. À medida que a matéria orgânica se vai lentamente mineralizando, o N orgânico vai passando à forma mineral e ficando disponível para as culturas. Assim, a quantidade de nitrogénio que irá ser disponibilizada pela lama, durante o primeiro ano da cultura (expressa em kg/t de matéria seca), deverá ser calculada pela seguinte fórmula:

$$N_d = N_{nit} + k_1 \times N_{am} + k_2 \times k_3 \times N_{org}$$

em que:

N_d – kg de nitrogénio disponibilizado por t de matéria seca (ms) de lama;

N_{nit} – N nítrico ($\text{NO}_3\text{-N}$), expresso em kg/t ms da lama;

N_{am} – N amoniacal ($\text{NH}_4\text{-N}$), expresso em kg /t ms da lama;

N_{org} – N orgânico ($N_t - (N_{nit} + N_{am})$), expresso em kg /t ms da lama;

N_t – N total, expresso em kg/t ms da lama.

k_1 – coeficiente de utilização do azoto amoniacal da lama. Poderá considerar-se igual a 0,5, uma vez que é comum considerar-se que apenas 50% do N amo-

niacal aplicado é retido no solo. No entanto, quando as lamas são injetadas no solo, as perdas por volatilização são muito menores;

k_2 – taxa de mineralização da lama no 1.^o ano de aplicação, em % expressa como fração, variando entre 0 e 0,45 (ex. 0,3). A taxa de mineralização do N orgânico durante o 1.^o ano de aplicação depende de vários fatores, como sejam o processo de tratamento a que a lama foi sujeita e as condições físico-químicas e bióticas do solo;

k_3 – fração do N orgânico mineralizado durante o ano e que se estima ficar disponível durante o período em que se desenvolve a cultura. No caso das culturas de primavera-verão, como o milho, pode-se admitir que $k_3 = \frac{2}{3}$. No caso dos cereais de outono, será de considerar $k_3 = \frac{1}{2}$ (se o terreno estiver escassamente coberto pela seara), ou $\frac{3}{4}$ (se esta já cobrir bem o terreno); para culturas que ocupem permanentemente o solo, como as pastagens, poderá considerar-se $k_3 = 1$.

Mas como a lama a aplicar está húmida, tem de se entrar em conta com essa humidade para saber a quantidade de nitrogénio disponibilizada pela aplicação de x t/ha de lama fresca. Para isso, usa-se a expressão:

$$N_x = Q \times M \times N_d$$

em que:

N_x – quantidade de nitrogénio (kg/ha) disponibilizada por Q t/ha de lama fresca;

Q – quantidade de lama fresca (t/ha);

M – teor de matéria seca da lama, em % expressa sob a forma de fração;

N_d – kg de nitrogénio disponibilizado por t de matéria seca (ms) de lama.

Como calcular a quantidade de fósforo fornecida?

As lamas de ETAR podem conter quantidades significativas de fósforo total e admite-se que cerca de metade se encontra sob formas minerais que as plantas podem absorver facilmente.

A quantidade de fósforo disponibilizada pela aplica-

ção de lama à cultura (expresso em kg/ha de P_2O_5) resultará da soma do fósforo mineral da lama com o mineralizável durante o ciclo vegetativo da cultura. No entanto, como esta fração é muito diminuta relativamente à primeira, para efeitos de contabilização no plano de fertilização, o fósforo disponibilizado pode ser estimado pela seguinte fórmula simplificada:

$$P_d = 0,5 \times P_t$$

em que:

P_d – fósforo disponibilizado pela lama, expresso em kg/ha de P_2O_5 ;

P_t – fósforo total da lama, expresso em kg/ha de P_2O_5 .

$$P_t = Q \times M \times C_p$$

em que:

Q – quantidade de lama fresca aplicada ao solo, em t/ha;

M – teor de ms da lama, em percentagem expressa como fração;

C_p – teor de fósforo total da lama, expresso em P_2O_5 , kg/t na ms da lama. Quando no relatório de análise da lama o teor vem expresso em % de P, é necessário converter em P_2O_5 multiplicando pelo fator 2,29.

Quando são realizadas aplicações continuadas de lama no mesmo local ao longo do tempo, é recomendável monitorizar, além dos teores em metais pesados, os teores de fósforo no solo, pois as quantidades a aplicar podem passar a necessitar de ser determinadas por esse fator, em vez das necessidades da cultura em nitrogénio.

Como calcular a quantidade de potássio fornecida?

De modo geral, as lamas de ETAR não são ricas em potássio. No entanto, este encontra-se na sua totalidade sob forma imediatamente disponível para as plantas. Assim, a fórmula de cálculo para a quantidade de potássio veiculada pela aplicação de lama é a seguinte:

$$K = Q \times M \times C_k$$

em que:

K – potássio total, imediatamente disponível, em kg/ha de K_2O ;

Q – quantidade de lama fresca aplicada ao solo, em t/ha;

M – teor de ms da lama, em percentagem expressa como fração;

C_k – teor de potássio total da lama, expresso em K_2O , kg/t na ms da lama. Quando no relatório de análise da lama o teor vem expresso em % de K, é necessário converter em K_2O multiplicando pelo fator 1,20.

No Quadro 1, apresenta-se um exemplo do cálculo do N, P_2O_5 e K_2O disponibilizados a uma cultura agrícola.

Nota final

As lamas podem ainda conter outros nutrientes essenciais ao bom desenvolvimento das culturas, como o cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, sódio e zinco. Alguns deles, quando se aplicam lamas de acordo com a sua riqueza em nitrogénio, estarão presentes em quantidade suficiente para suprir as necessidades da cultura. ☺

Bibliografia

Decreto-Lei n.º 276/2009, de 2 de outubro. <http://dre.pt/pdf1s/2009/10/19200/0715407165.pdf>.

Directiva 86/278/CEE do Conselho de 12 de Junho de 1986 relativa à protecção do ambiente, e em especial dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração. <http://data.europa.eu/eli/dir/1986/278/oj>.

INIAP-LQARS. (2006). *Manual de Fertilização das Culturas* (2.ª Edição), 282p. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas / Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Lisboa:

Soveral Dias (2004). *Guia de Boas práticas. Aplicação de lamas na agricultura*, 159p. Reciclamos – Multigestão ambiental, Lisboa

Quadro 1

EXEMPLO DE CÁLCULO

Quais as quantidades de nitrogénio, fósforo e potássio disponibilizadas a uma cultura de milho, pela aplicação de 20 t/ha de uma lama fresca com a seguinte composição:

- Matéria seca = 26,9%
- N total = 4,6% ms
- N nítrico (N) = 0,1% <> 1 kg de N por tonelada de ms
- N amoniacal (N) = 0,8% <> 8 kg de N por tonelada de ms
- $N_{org} = N_t - (N_{nit} + N_{amon}) = 4,6 - (0,1 + 0,8) = 3,7\%$ <> 37 kg de N por tonelada de ms
- P total = 1,1% (P) <> 2,5% (P_2O_5) <> 25 kg de P_2O_5 por tonelada de ms
- K total = 0,25% (K) <> 0,3% (K_2O) <> 3 kg de K_2O por tonelada de ms

Cálculos

1. Quantidade de nitrogénio fornecida por ha

1.1 Nitrogénio disponível:

$$N_d = 1 + 0,5 \times 8 + 0,3 \times 2/3 \times 37 = 12,4 \text{ kg de N por tonelada de ms}$$

1.2 Quantidade de N disponibilizada pela aplicação de 20 t de lama fresca:

$$N_{20t} = 20 \times 0,269 \times 12,4 = \mathbf{66,7 \text{ kg de N por hectare}}$$

2. Quantidade de fósforo fornecida por ha

2.1 Fósforo disponível:

$$P_d = 0,5 \times 25 = 12,5 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ por tonelada de ms}$$

2.2 Quantidade de fósforo disponibilizada pela aplicação de 20 t de lama fresca:

$$P_{20t} = 20 \times 0,269 \times 12,5 = \mathbf{67,3 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ por hectare}}$$

3. Quantidade de potássio fornecida por ha

3.1 Quantidade de potássio disponibilizada pela aplicação de 20 t de lama fresca:

$$K_{20t} = 20 \times 0,269 \times 3 = \mathbf{16,1 \text{ kg de } K_2O \text{ por hectare}}$$